

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
по науке и инновациям

И.И. Комаров

« ____ » _____ 2026 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В
АСПИРАНТУРУ**

Группа научных специальностей - 2.4. Энергетика и электротехника
Научная специальность - 2.4.5. Энергетические системы и комплексы
Профиль - Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии

Москва, 2026

Возобновляемые виды энергии и энергоустановки на их основе

Источники возобновляемых видов энергии и их особенности. География энергоресурсов. Основные понятия и определения в практике исследования и использования возобновляемых видов энергии. Современное информационное обеспечение для оценки ресурсов ВИЭ. Параметры возобновляемых видов энергии и методы их измерения. Основные категории потенциалов ВИЭ и методы их расчета. Современное состояние и перспективы использования возобновляемых видов энергии. Место и значение ВИЭ в современном топливно-энергетическом комплексе мира и России. Технические особенности использования ВИЭ в системах централизованного и децентрализованного энергоснабжения. Экономические аспекты использования ВИЭ.

Модели и технологии использования энергоустановок на основе солнечной энергии

Источники потенциала солнечной энергии. Солнечная радиация: прямая и диффузная. Спектры внеатмосферного и наземного солнечного излучения. Методы измерения солнечной радиации. Методы расчета прихода солнечной радиации на произвольно ориентированную площадку в произвольно взятой ее точке поверхности Земли. Зависимость солнечной радиации от времени года и широты местности. Поглощение в атмосфере (оптическая масса). Оптимальная ориентация приемника солнечного излучения.

Основные категории потенциала солнечной энергии и методы их расчёта. Кадастр солнечной энергии. Основные виды солнечных энергоустановок (СЭУ) и станций (СЭС): электроснабжения, горячего водоснабжения, отопления, охлаждения, сушки, опреснения, гидролиза и т. п.

Башенные СЭС. Основная технологическая схема, ее компоненты и; энергетические характеристики. Уравнение движения Солнца и гелиостатов.

Затенение и блокировка гелиостатов. Коэффициент улавливания приёмником солнечной радиации. Тепловой приемник и методы его расчёта. Оптимизация системы «концентратор (гелиостаты) - приемник».

СЭС на основе солнечных прудов. Технологическая схема преобразования энергии и ее компоненты. Термальный градиент.

Теплоаккумулирующая характеристика солнечных прудов. Методы расчета основных параметров СЭС на основе солнечных прудов.

СЭС с параболическими и параболоцилиндрическими концентраторами: технологическая схема преобразования энергии и ее компоненты. Эффект концентрации излучения. Методы расчета основных параметров.

Фотоэлектрические СЭС. Фотоэлектрическая генерация энергии.

Структура солнечных элементов и принципы их работы. Фотоэлектрические свойства цепи и нагрузки фотоэлементов. Основные виды потерь энергии и факторы, влияющие на КПД фотоэлемента. Конструкции солнечных элементов. Основные технические требования к материалам солнечных элементов. Жесткие и гибкие фотоэлементы. Концентраторы излучения, их разновидности и особенности использования. КПД основных типов фотоэлементов. Фотоэлектростанции.

Солнечные коллекторы и их разновидности. Принцип действия, основные конструктивные особенности, КПД солнечных коллекторов. Расчет температурного поля тепловых потерь, отвода тепла, оптического КПД Селективные покрытия их разновидности и свойства.

Системы солнечного горячего водоснабжения и отопления, методы расчета систем солнечного теплоснабжения (ССТ). Аккумуляция тепла в ССТ. Принцип действия, конструктивные особенности и методы расчета подогревателей воды и воздуха, сушилок, кондиционеров, холодильников, опреснителей воды на базе ССТ.

Пассивные солнечные системы (ПСС). Основные типы и их особенности. Пассивные солнечные системы с непосредственным обогревом помещений (солнечные окна, оранжереи, теплицы, прозрачная крыша), с обогревом пассивного элемента вне помещения (стена Тромба, контейнеры с водой на крыше зданий и т.п.). Энергетические характеристики ПСС.

Аккумуляция тепла элементами зданий и конструкций. Использование пристроенных и встроенных теплиц в качестве приемников солнечного тепла.

Этапы проектирования СЭУ и СЭС. Выбор и обоснование участков строительства. Выбор и обоснование типа и основных параметров СЭС.

Эксплуатационные особенности и режимы различных типов наземных и космических СЭС. Надежность их функционирования. Техничко-экономические показатели эксплуатации СЭУ и СЭС.

Модели и технологии использования энергоустановок на основе энергии ветра

Источники потенциала ветровой энергии. Основные характеристики ветра и методы и определения. Краткосрочные вариации скорости ветра: турбулентность, порывистость ветра. Максимальная скорость ветра.

Энергетические характеристики ветра: мощность и энергия. Влияние орографии местности на формирование ветра: шероховатость местности, формы земной поверхности, препятствия. Методические основы оценки влияния земной поверхности на скорость ветра.

Вертикальный профиль ветра. Характерные функции распределения ветра (распределения Рэля, Вейбулла, Гринцевича и др.). Роза ветров. Высота флюгера. Географические факторы и местные расчетные параметры ветра. Основные категории потенциала ветровой энергии и методы их расчета. Кадастр ветровой энергии. Основные технические схемы использования энергии ветра и их классификация.

Преобразование энергии ветра (элементы аэродинамики). Теория идеального и реального ветрового двигателя. Осевая и подъемная сила, рабочий момент и мощность. Потери энергии. Методы получения энергетических характеристик ветроколеса. Способы установки ветроколеса на ветер. Силы, действующие на ветроколесо при его работе в косом потоке. Гироскопический момент ветроколеса. Способы регулирования частоты вращения ветроколеса и его мощности.

Конструктивные особенности и энергетические характеристики основных элементов ветроэнергетической установки. Режимы работы ветроколеса. Быстроходность и ее связь с коэффициентом мощности.

Подведенная и полезная мощность ветроэнергоустановки. Основные виды потерь энергии. Ветроустановки, предназначенные для производства электроэнергии, тепла, механической энергии, и их особенности.

Ветроустановки с горизонтальной осью вращения. Основные элементы конструкции. Одно- и многолопастные системы ВЭУ со стабилизаторами, без него или с дополнительным боковым колесом, с серводвигателем или с самоориентацией. Особенности режимов работы ВЭУ.

Ветроустановки с вертикальной осью вращения. Основные элементы конструкции. Основные типы ВЭУ. Энергетические характеристики ВЭУ разного типа с вертикальной осью вращения.

Конструкции мультипликаторов и генераторов, их энергетические характеристики.

Баланс энергии ВЭУ. Основные энергетические характеристики.

Концентраторы воздушного потока, особенности конструкции, эффективность.

Стандарты ветроэнергетики. Этапы проектирования ВЭС. Выбор площадки для размещения ВЭУ. Ветромониторинг. Критерии выбора оборудования ВЭУ. Классы безопасности ВЭУ. Климатическое исполнение ВЭУ. Критерии энергоэффективности ВЭУ. Транспорт и монтаж ВЭУ.

Ветроэлектростанция (ВЭС). Схемы оптимального размещения ВЭУ друг относительно друга и ветрового потока с учетом розы ветров. Эффект затенения.

Функциональные элементы системы управления. Требования к системам управления и защиты. Режимы работы ВЭУ. Электромеханические переходные процессы в ВЭУ. Моделирование режимов работы ВЭУ.

Модели и технологии использования энергоустановок на основе гидравлической энергии

Источники потенциала гидроэнергетики: естественные и искусственные водотоки, водохранилища, гидротехнические системы, ледники, подземные воды, приливы и отливы, волны и течения в морях и океанах. Основные гидравлические и энергетические параметры источников потенциала большой и малой гидроэнергетики (МГЭ). Методы измерения напора и расхода воды. Гидрометрические характеристики источника потенциала. Гидрологическая информация и ее особенности для МГЭ. Использование детерминированных и вероятностных методов расчета в гидрологии. Особенности формирования водосборов и водостоков.

Энергия морских волн и течений. Источники потенциала и их особенности. Поверхностные волны на глубокой и мелкой воде (основы теории волнового движения). Энергия и мощность волны и методы ее использования. Идеальные и реальные волны и методы их описания.

Энергетический спектр (распределение мощности волны) волн. Методы использования энергии волн при непрерывном волновом движении.

Распределение волнового потенциала.

Энергия приливов. Источники потенциала и их особенности. Приливы в открытом океане и вблизи берегов. Приливная волна. Энергетика приливных течений и методы ее расчета. Основные характеристики приливной волны, и особенности их изменения во времени и от основных влияющих факторов, методы их расчета. География приливов.

Основные категории потенциала малой гидроэнергетики (включая волны и приливы) и методы их расчета. Вводно-энергетические кадастры гидроэнергетики.

Малые гидроэнергетические установки (ГЭУ) и гидроэлектростанции (ГЭС) различных типов.

Малые ГЭС: классификационные признаки. Основные методы и способы концентрации напора и расхода воды. Основные типы и виды турбин МГЭС, их энергетические характеристики, методы получения.

Водоподводящие и водоотводящие сооружения МГЭС и их энергетические характеристики. Нетрадиционные схемы и виды оборудования МГЭС.

Основные типы гидрогенераторов МГЭС. Энергетические характеристики гидрогенераторов. Методы выбора и обоснования основных параметров гидроагрегатов МГЭС

Аккумуляция и транспорт энергии

Назначение аккумуляторов энергии и принципы ее накопления: биологический,

химический, тепловой, электрической, механический. Основные характеристики.

Энергоаккумулирующие установки (ЭАКУ) и станции (ЭАКС).

Гидроаккумулирующие, тепловые, индуктивные, водородные и другие виды аккумуляции энергии. Технологические циклы ЭАКУ и принцип их действия.

КПД аккумуляции. Основные энергетические характеристики, методы их получения и расчета. Глубина и скорость заряда-разряда. Длительность цикла аккумуляции. Гарантированное число циклов заряда-разряда.

Преобразователи энергии ЭАКУ.

Транспорт первичной (ресурс) и вторичной (продукт) энергии.

Основные способы передачи энергии (трубопроводный, кабельный, воздушный, контейнерный и т. п.), их особенности и характеристики.

Основные технические схемы преобразования возобновляемых видов энергии (ВВЭ)

Графики электрических нагрузок. Режимы работы ТЭС. Энергетические характеристики конденсационных и теплофикационных турбоагрегатов и котельных установок. Экономичные режимы совместной работы агрегатов и блоков ТЭС. Совместная работа ТЭС, ГЭС и АЭС в энергосистемах. Пусковые схемы блоков из различных тепловых состояний. Схемы включения и типы привода питательных насосов, их выбор. Перевод турбоагрегатов в моторный режим и другие методы покрытия переменной части графиков нагрузки энергосистемы. Пиковые и полупиковые электростанции и установки.

Список литературы

Основная литература:

1. Основные характеристики ветра. Ресурсы ветра и методы их расчета: учебное пособие / Дерюгина Г.В., Малинин Н.К., Пугачев Р.В., Шестопалова Т.А. – М.: Издательство МЭИ, 2012 г.
2. Цгоев Р.С. Нетрадиционная ветроэнергетика. пособие / – М.: Издательство МЭИ, 2014 г.
3. Методы расчёта ресурсов возобновляемых источников энергии. Учебное пособие / Бурмистров А.А., Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В., Кузнецова В.А., Кунакин Д.Н., Малинин Н.К., Пугачев Р.В. – М.: Издательство МЭИ, 2-ое изд., 2007, 144 с.
4. Солнечная энергетика. Учебное пособие / Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В., Кузнецова В.А., Малинин Н.К. – М.: Издательство МЭИ, 2008, 276 с.
5. Альдо В. да Роза. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы. Учебное пособие. - М.: Издательство Медиа Формат 2010 г. – 704 с.
6. Гидроаккумулирующие электростанции в современной электроэнергетике./ Синюгин

В.Ю., Магрук В.И., Родионов В.Г., М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2008 г.

7. Дьяконов В.П. Matlab 7. - М:ДМК Пресс. 2008. – 768 с.

Дополнительная литература:

8. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие - М: КНОРУС, 2010 г.

9. Елистратов В.В. Использование возобновляемой энергии: учебное пособие, СПб: Изд-во Политехн. Ун-та, 2010. – 224 с.

10. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования гидроэнергетических установок. / А.Ю. Александровский, Б.И. Силаев, мет. пособие; - М.: Издательский дом МЭИ, 2007 г.

11. Александровский А.Ю., Силаев Б.И. Обоснование параметров проектируемой ГЭС Методическое пособие по курсу. Издательский дом МЭИ, 2006 г.

12. Гидроэнергетика. 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. В.И. Обрезкова. М.: Энергоатомиздат, 1988. 13. Гидроэлектрические станции / Под ред. В.Я. Карелина и Г.И. Кривченко. М.: Энергоатомиздат, 1987.

14. Виссарионов В.И., Золотов Л.А. Экологические аспекты возобновляемых источников энергии. М.: Изд-во МЭИ, 1996. – 1 экз.

15. Накопители энергии / Под ред. Д. А. Бута. М.: Энергоатомиздат, 1991.

16. Васильев Ю.С., Харитонов Н.И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. Л.: ЛГУ, 1991.

17. Водно-энергетические и водохозяйственные расчеты / Под ред. В.И. Виссарионова. М.: Изд-во МЭИ, 2001.

«Согласовано»
Директор ИГВИЭ
к.т.н., доцент

Т.А. Шестопалова